

СИСТЕМА ВИБРО- И УДАРОЗАЩИТЫ ЗАБОЙНОГО ГИРОСКОПИЧЕСКОГО ИНКЛИНОМЕТРА

Кафтасьев С.М.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Белянин Л.Н., к.т.н., доцент кафедры точного
приборостроения*

Инклинометром принято называть прибор для определения зенитного угла и азимута плоскости наклона оси буровой скважины. В настоящее время актуальным является создание так называемых забойных инклинометров, которые, будучи установлены в нижней части буровой колонны, позволяли бы определять указанные углы в процессе бурения без подъёма буровой колонны. Это позволит повысить скорости бурения, за счёт уменьшения спуско-подъёмных работ. При наличии информации угла появляется возможность корректировки скважины без остановки бурения.

В настоящее время забойные инклинометры выпускаются как в России, так и за рубежом, однако, определение азимута плоскости наклона в этих приборах осуществляется с использованием магнитного поля Земли, с помощью магнитометров, установленных в инклинометре. Отсутствие информации о магнитном склоне, в месте расположения инклинометра, является главной причиной невысокой точности таких инклинометров.

Актуальным является создание гироскопического забойного инклинометра, который обеспечил бы определение истинного азимута плоскости наклона оси буровой скважины. Теория систем ориентации и навигации даёт несколько вариантов построения таких приборов, однако все они базируются на использовании систем аналитического гирокомпасирования.

Для реализации системы аналитического гирокомпасирования, с погрешностью порядка десятых долей градуса по зенитному углу и 1-2 градусов по азимуту плоскости наклона, необходимо использовать датчики акселерометров навигационного класса и гироскопические датчики угловой скорости с диапазоном измерения 15,04 град/час и с погрешностью, не превышающей сотых долей градуса в час. Такие датчики выпускаются и находят применение в аэро-космической отрасли, однако, они не выдерживают вибрационных и ударных нагрузок, которым подвергаются датчики, в процессе бурения.

Нагрузки определены в ГОСТ 261116-84:

По механическим факторам, воздействующим на скважинный прибор, последний относится к группе МСЗ.

Прибор должен функционировать и обеспечивать параметры, указанные в настоящем Приложении, при воздействии на него вибраций с частотой 10-300 Гц и максимальным ускорением до 300 м/с², а также ударов при числе ударов в минуту 10-50, максимальном ускорении 150 м/с² и длительности удара 6-12 мс (ГОСТ 26116-84).

По воздействующим на скважинный прибор климатическим факторам последний относится к группе КС4, подгруппа 3.

Прибор должен функционировать и обеспечивать параметры, указанные в настоящем Приложении, при температуре окружающей среды от минус 10°С до + 100°С и гидростатическом давлении до 60 МПа.

Однако, во время воздействия вибрации на прибор возможен и удар. Тогда перегрузки достигают 1000 единиц.

Целью данной работы является расчёт и конструирование системы вибро-ударозащиты узла чувствительных элементов, выбор компоновочной схемы узла чувствительных элементов забойного гироскопического инклинометра, обзор способов и устройств защиты приборов от вибрации и ударов, подбор виброизоляторов, анализ работы спроектированной системы.

В соответствии с выбранной схемой компоновки производится математическое моделирование и расчёт системы.

Расчёт коэффициента демпфирования амортизаторов по осям через резонансную частоту:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K_{oz}}{M}}$$

Жёсткость амортизатора по осям

$$C = M f_{oz}^2$$

Т.к. данные амортизаторы имеют регулируемую резонансную частоту, то возможно сдвинуть её к нижней границе регулировки. Это необходимо чтобы минимизировать возможность работы виброизолятора в резонансном режиме.

Расчёт и построение зависимости коэффициента виброизоляции от частоты.

Коэффициент расстройки

$$\gamma = \frac{f}{f_0}$$

Коэффициент виброизоляции

$$\eta = \frac{1}{\varepsilon}$$

Коэффициент передачи амплитуды

$$\varepsilon = \frac{\sqrt{1 + \gamma^2 D^2}}{\sqrt{(1 - \gamma^2)^2 + \gamma^2 D^2}}$$

Коэффициент вязкого демпфирования для 2-х амортизаторов

$$D = \frac{2h}{fo}$$

Коэффициент сопротивления

$$h = nM$$

Коэффициент затухания

$$n = \frac{c}{2\sqrt{KM}}$$

В результате расчета строится график зависимости коэффициента виброизоляции от частоты. По графику определяется наиболее предпочтительный диапазон частот работы виброизоляторов.

Все элементы, входящие в систему вибро-ударозащиты рассчитываются на вибропрочность, устойчивость перегрузкам и ударам.

На данном этапе произведен расчёт и выбор виброизоляторов, ведется дальнейшая работа. Выбранная система демпфирования применена не к каждому отдельному элементу, а целиком к блоку чувствительных элементов.

Список информационных источников

1. Инклинометрия скважин, Исаченко В.А, М.: Недра, 1987., - 276с.
2. Защита аппаратов от динамических воздействий, Ильинский В.С, М.: Энергия, 1970. - 320с.
3. Конструирование радиоэлектронных средств, Ненашев А.П., М.: Высш. шк, 1990. - 432с.
4. Баканов Г.Ф. Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: учеб. Пособие для студ. высш. учеб. заведений/ Г.Ф.Баканов, С.С.Соколов, В.Ю.Суходольский; под ред. И.Г.Мироненко. – М.: Академия, 2007. – 368с.